

**Zur Frage des Zusammenhangs
zwischen hämodynamisch wirksamen
Karotisobstruktionen und den EEG -
Steilheitsdeskriptoren nach Hjorth**

Vorgelegt

von

Ingrid Lürken

aus

Mülheim-Ruhr



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546216_0078

Aus der Nervenklinik mit Poliklinik
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Komm.Direktor: Prof.Dr.H. Daun

Zur Frage des Zusammenhangs zwischen hämodynamisch
wirksamen Karotisobstruktionen und den EEG - Steil-
heitsdeskriptoren nach Hjorth

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt von
Ingrid Lürken
aus
Mülheim-Ruhr

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. W. Kersten

Referent: Prof. Dr. H. Daun

Tag der mündlichen Prüfung: 11.05.1981

<u>Inhaltsverzeichnis</u>	Seite
1. Einleitung	1
2. Methodik	5
2.1. Untersuchte Patienten	5
2.2. EEG - Ableitung	5
2.3. Vergleich digitale Auswertung - analoge Auswertung	6
2.4. Einzelbeispiele der Hjorth - Para- meter für verschiedene EEG - Muster	7
2.5. Gruppenvergleich	7
3. Ergebnisse	9
3.1. Zeitlicher Abstand zwischen EEG und Angiographie	9
3.2. Vergleich digitale Auswertung - analoge Auswertung	9
3.3. Einzelbeispiele der Hjorth - Para- meter für verschiedene EEG - Muster	11
3.4. Gruppenvergleich	26
4. Diskussion	34
5. Zusammenfassung	40
6. Literatur	42

1. Einleitung

Die Häufigkeit zerebrovaskulärer Krankheiten nimmt in der Bundesrepublik Deutschland wie in vielen anderen zivilisierten Ländern noch ständig zu im Gegensatz zu den USA, wo bereits seit 1969 ein Rückgang dieser Erkrankungen zu registrieren ist (27). Sie belegt in der BRD inzwischen den 3. Platz der Todesursachen - Statistik (20). 80% der Betroffenen erleiden einen ischämischen Hirninfarkt (30), der in etwa einem Drittel der Fälle durch obstruktive Prozesse an extrakraniellen Gefäßen verursacht oder mitverursacht wird (28).

Nachdem die Komplikationsrate auf 2-4% nach Karotis-Endarteriektomien und 2-7% nach Eingriffen an den supraaortalen Hauptästen gesenkt werden konnte (24), muß eine Verbesserung der Früherkennung dieser der operativen Therapie gut zugänglichen Strombahneinengungen angestrebt werden. Denn nur so kann nicht nur der kurative, sondern auch der präventive Effekt der desobliterierenden Operationen ausgenutzt werden.

Im Vordergrund der präoperativen Diagnostik steht zur Zeit die Angiographie in Form der thorako - kranialen 4 - Gefäßangiographie als Übersichtsdarstellung und der selektiven Katheterangiographie einzelner Hirnarterien. Um die Patienten nicht unnötig den Risiken dieses invasiven Eingriffes auszusetzen, sind eine Reihe weniger belastender Untersuchungsmethoden entwickelt worden.

Die Rheoenzephalographie beruht auf der Messung von Widerstandsänderungen eines durch den Schädel gehenden Wechselstromes (Impedanzmethode). Hiermit kann eine Aussage über die Elastizität der intrakraniellen Gefäße und über die

Funktionstüchtigkeit von Kollateralkreisläufen gemacht werden (19). Die Treffsicherheit für extrakranielle Gefäßveränderungen ist jedoch nicht ausreichend, um die Rheoenzephalographie als Routineuntersuchung durchzuführen.

Bei der Ophthalmodynamographie wird der Blutdruck in den Aa.brachiales und in den Aa.opthalmicae unblutig gemessen und miteinander verglichen. Druckminderung in einer A.opthalmica spricht für eine ipsilaterale Karotisstenose (12).

Bei der Oculoplethysmographie werden die pulsationsabhängigen Ausdehnungen beider Bulbi aufgezeichnet und miteinander verglichen. Synchron dazu wird an einem Ohr läppchen der Karotis - externa - Puls registriert. Einseitige Stenosen der A.carotis interna werden durch Asymmetrien der Augenpulskurven aufgedeckt, wobei die befallene Seite eine verzögert ansteigende und insgesamt abgeflachte Puls-welle zeigt. Kennzeichnend für beidseitige Stenosen sind die gegenüber dem Ohrpuls verlangsamten Pulswellen (9).

Für die Phonoangiographie werden Strömungsgeräusche am Kieferwinkel, an der Karotisgabel und im Nacken analysiert. Die Geräusche werden entweder auf das Verhältnis Intensität/Zeit oder auf das Verhältnis Intensität/Frequenz hin untersucht. Als alleinige Untersuchung ist die Phonoangiographie unzureichend, da Verschlüsse mit dieser Methode nicht erfaßt werden und da keine eindeutige Beziehung zwischen Geräuschvolumen und Lumeneinengung besteht. Als Ergänzung zur Oculoplethysmographie erlaubt sie aber eine exaktere Diagnosestellung (9).

Die supraorbitale Photoplethysmographie mißt pulsationsabhängige Reflexionsänderungen im Ausbreitungsgebiet der Aa.supratrochleares und der Aa.supraorbitales. Auch hier sprechen Differenzen im Seitenvergleich für eine einseitige Karotiseinengung. Mit dieser Untersuchungsmethode werden jedoch nur hochgradige Stenosen erfaßt, hämodynamisch nicht wirksame Stenosen zeigen nur zu 25% auffällige Befunde (2).

Die Doppler - Sonographie beruht auf dem Prinzip der Frequenzänderung von Ultraschall durch die Bewegung der reflektierenden Blutkörperchen. Es wird die Strömungsgeschwindigkeit des Blutes gemessen. Um eine Einengung der Strohmahn an Hand des veränderten Geräusches der reflektierten Frequenzen zu erkennen, bedarf es eines sehr erfahrenen Untersuchers. Mit der direktionellen Doppler - Sonographie kann eine Strömungsumkehr in den kommunizierenden Gefäßen zwischen Karotis - interna - und Karotis - externa - Kreislauf festgestellt und damit eine hochgradige Einengung im Bereich der A.carotis interna nachgewiesen werden (23).

Das EEG ist geeignet, lokale und diffuse zerebrale Funktionsstörungen aufzudecken, ehe klinische Symptome manifest werden. Allerdings ist der EEG - Befund unspezifisch und erlaubt keine Aussage über die Ursache der Schädigung. Patienten mit intrakraniellen Gefäßstenosen zeigen im EEG sehr häufig eine Verlangsamung der Grundaktivität, während bei Patienten mit extrakraniellen Gefäßprozessen ebenso häufig ein normales EEG abgeleitet wird wie bei Patienten ohne nachweisbare Gefäßveränderung (31). Im Zusammenhang mit der Anamnese und anderen Untersuchungen kann der EEG - Befund sehr aussagekräftig werden und die Entscheidung für oder gegen eine Operation beeinflussen.

In der vorliegenden Arbeit soll abgeschätzt werden, ob das EEG, das als unbelastende, oft wiederholbare Untersuchung für die präoperative Diagnostik geeignet ist, durch die Quantifizierung mehr Informationen über die Hirndurchblutung geben kann. Es wird untersucht, ob die Steilheitsdeskriptoren nach Hjorth vielleicht EEG-Phänome, die mit der visuellen Auswertung nicht oder nur unvollkommen erfaßt werden, hervorheben und damit der Früherkennung zerebraler Noxen dienen können.

2. Methodik

2.1. Untersuchte Patienten

Es wurden 45 Patienten untersucht, bei denen in der Zeit von Januar bis Dezember 1977 ein operativer Eingriff an extrakraniellen Gefäßen in der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen durchgeführt wurde. Von den 38 (84,5%) männlichen und 7 (15,5%) weiblichen Patienten wurden 3 Patienten beidseits operiert. Präoperativ wurden die Patienten einer 4-Gefäßangiographie unterzogen. Hiermit wurden in allen Fällen Stenosen oder Verschlüsse der A.carotis interna, der A.carotis communis oder des Truncus brachiocephalicus nachgewiesen. Bei 25 (55,5%) handelte es sich um eine hämodynamisch wirksame, bei 17 (37,8%) um eine hämodynamisch nicht wirksame Stenose bei 3 (6,7%) Patienten war das Ausmaß der Stenose nicht ausreichend dokumentiert. Das durchschnittliche Alter betrug 59,6% Jahre, wobei der jüngste Patient 17 und der älteste 72 Jahre alt war.

2.2. EEG-Ableitung

Zur Verlaufskontrolle wurden - wenn es der Zustand des Patienten erlaubte - zusätzlich zum präoperativen EEG ein 1. postoperatives EEG 1 oder 2 Tage und ein 2. postoperatives EEG 3 oder mehr Tage nach der Operation angefertigt.

Das EEG wurde mit einem Siemens Mingograf Universal mit 16 Kanälen abgeleitet. Das Gerät druckt die Werte für Aktivität, Mobilität und Komplexität im on-line-Verfahren für jede Epoche über der EEG-Kurve aus. Nach 85 Epochen werden die quantifizierten Ergebnisse gemittelt und in digitaler und analoger Form ausgeschrieben. Es wurde eine Epochendauer von 4 sec gewählt bei einer Papiergeschwindigkeit von 30 mm/sec.

Zunächst erfolgte die routinemäßige Ableitung von "monopolaren" (referentiellen), bipolaren und Quellenableitungen. Der Vergleich der EEGs wurde dann neben der visuellen Beurteilung auf die Werte der Hjorth-Parameter für die okzipitale Quellenableitung beschränkt, um so die zu bearbeitenden Daten zu reduzieren. Diese Ableitung wurde gewählt, weil die Grundaktivität okzipital besonders gut ausgeprägt ist und weil die Quellenableitung zerebrale Vorgänge besser lokalisiert (3) und EEG-Phänome besser hervorhebt (29) als die herkömmlichen Ableitungen und somit aussagekräftigere Zahlenwerte der Steilheitsdeskriptoren erwarten läßt. Dabei richtete sich das Interesse nicht auf umschriebene Herdhinweise, die über dem Mittelhaupt eher zu erwarten sind, sondern auf Seitendifferenzen der okzipitalen Grundaktivität.

2.3. Vergleich digitale Auswertung - analoge Auswertung

Der Mingograf Universal kann das Quantifizierungsergebnis am Ende einer Programmschaltung für jeden Kanal simultan in analoger und digitaler Form ausdrucken. Die Ergebnisse der Ableitungen von korrespondierenden Hemisphärenpunkten werden einander gegenübergestellt und ihre Differenzen berechnet.

Da für 16 der im Rahmen dieser Arbeit verwendeten EEGs die Werte nur in analoger Form ausgedruckt worden waren, wurde untersucht, ob eine visuelle Auswertung dieses Analogbildes dem Digitalausdruck hinreichend entspricht, so daß ein Vergleich und eine gemeinsame Auswertung von analog und digital ausgewerteten EEGs möglich ist. Von 5 EEGs wurden die Werte für die Aktivität, Mobilität und Komplexität an 14 Ableitpunkten sowohl in analoger als auch in digitaler Form bestimmt und miteinander verglichen. Als

Prüfverfahren sollte der t-Test dienen. Da die Stichprobengröße sehr klein war, wurde geprüft, ob die Variable "Ableiteort" einen Einfluß auf den Vergleich digital - analog hat; denn nur wenn diese außer acht gelassen werden kann, ist eine genügend große Stichprobe erhältlich, um den t-Test durchführen zu können. Es wurde zusätzlich eine Diskriminanzanalyse berechnet, in die sämtliche Variablen eingingen (4,8).

2.4. Einzelbeispiele der Hjorth-Parameter für verschiedene EEG-Muster

Die von Hjorth angegebenen normierten Steilheitsdeskriptoren stellen einen Versuch dar, EEG-Wellen und ihre Änderung bei weitgehender Datenreduktion hinreichend genau wiederzugeben (5, 14, 15, 16). Zur Veranschaulichung dieser EEG-Beschreibung werden die Werte der Hjorth-Parameter für verschiedene EEG-Muster graphisch dargestellt. Es soll dabei die Frage untersucht werden, in wieweit diese Phänomene mit Hilfe der AMK-Profile gegeneinander abgegrenzt werden können oder ob eventuell unterschiedliche Muster ähnliche AMK-Profile aufweisen, so daß zusätzlich eine visuelle EEG-Beurteilung erforderlich ist.

2.5. Gruppenvergleich

Zur systematischen EEG-Auswertung wurden die Patienten in 3 Gruppen eingeteilt:

1. Patienten ohne hämodynamisch wirksame Stenose (15 Patienten)
2. Patienten mit einseitiger hämodynamisch wirksamer Stenose (9 Patienten)
3. Patienten mit beidseitigen hämodynamisch wirksamen Stenose (4 Patienten)

Eine Stenose wurde als hämodynamisch wirksam klassifiziert, wenn sie laut Angiographie-Befund das Gefäßvolumen um 60% oder mehr einengt.

Zur Klärung der Frage, ob mit den Hjorth-Parametern im EEG von Patienten mit hämodynamisch wirksamen Karotistenosen Seitendifferenzen der Durchblutung oder eine Änderung der Durchblutungsverhältnisse durch die Operation nachweisbar sind, wurden folgende Vergleiche durchgeführt:

1. Seitenvergleich rechts - links präoperativ innerhalb der einzelnen Gruppen
2. Seitenvergleich rechts - links postoperativ innerhalb der einzelnen Gruppen
3. Verlauf präoperativ - postoperativ innerhalb der einzelnen Gruppen
4. Vergleich zwischen den verschiedenen Gruppen

Es wurden dabei nur solche Gruppen betrachtet, bei denen die Operation die hämodynamisch wirksame Stenose beseitigte. Die Zahl der Operationen, die aufgrund von Bypass-Operationen (z.B. carotideal-subclaviculär) zu einem hämodynamischen Entzug führen könnten, war zu gering, um zu einem Vergleich herangezogen werden zu können. Da es sich um kleine Gruppen handelt, beschränkt sich die Untersuchung auf die Mittelwertsberechnung. Aufwendigere statistische Verfahren scheinen in diesem Rahmen nicht angezeigt.

3. Ergebnisse

3.1. Zeitlicher Abstand zwischen EEG und Angiographie

Bei der Mehrzahl der Patienten wurde das EEG vor oder in ausreichendem zeitlichen Abstand nach der Angiographie abgeleitet, um eine eventuelle Beeinflussung der EEG - Kurve durch die Kontrastmitteluntersuchung zu vermeiden. In 8 (17,8%) Fällen jedoch wurde das EEG schon 1 Tag nach der Angiographie erstellt. Bei der visuellen Auswertung unterscheiden sich diese EEGs nicht von denen der übrigen Patienten. Entgegen den Untersuchungen von GIRKE (1972) ergab sich also kein Anhalt für eine Beeinflussung des EEG durch die vorangegangene Angiographie (10).

3.2. Vergleich digitale Auswertung - analoge Auswertung

Für die analog und digital ermittelten Werte von 5 EEGs wurde eine Diskriminanzanalyse über sämtliche Variablen durchgeführt. Da keine der Variablen die beiden Gruppen trennen konnte, konnte die Variable "Ableiteort" für weitere statistische Verfahren unberücksichtigt bleiben. Es entstanden dadurch größere Stichproben, die die Anwendung des t-Tests erlaubten.

Ergebnisse des t-Tests:

Aktivität:	digital	analog
Mittelwert	11,9371	12,4607
Standartabweichung	6,8953	6,8548
Minimum	4,0000	4,0000
Maximum	37,6000	37,5000
T=-0,64		

Mobilität:	digital	analog
Mittelwert	11,8100	11,7914
Standardabweichung	2,1021	2,5568
Minimum	8,2000	5,0000
Maximum	18,2000	18,5000
T= 0,07		

Komplexität:	digital	analog
Mittelwert	14,6036	14,4757
Standardabweichung	2,2677	2,2414
Minimum	9,1000	9,0000
Maximum	19,2000	18,7000
T= 0,47		

Der t-Test ergab, daß sich die beiden Auswertungsmethoden - digital und analog - bezüglich der Werte für Aktivität, Mobilität und Komplexität nicht unterscheiden. Es konnten daher die EEGs, deren Ergebnisse nur in analoger Form ausgedruckt worden waren, unterschiedslos in die Untersuchung miteinbezogen werden.

3.3. Einzelbeispiele der Hjorth-Parameter für verschiedene EEG-Muster

Alpha - Typ - EEG

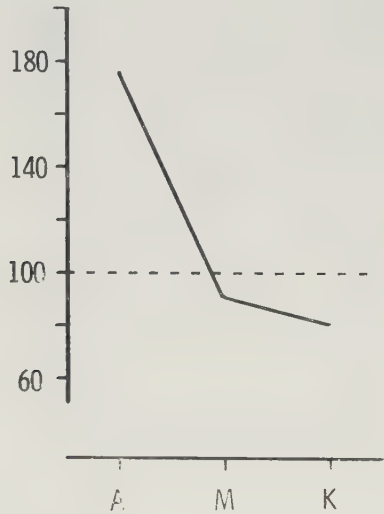
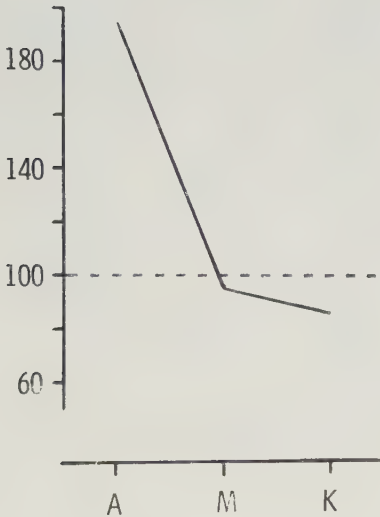
Beispiel 1

Gut ausgeprägte, mittelhohe, regelmäßige, relativ langsame Alpha - Grundaktivität um 8,5 / sec.

AMK - Profil

links

rechts



Ableitung: Quellenableitung O_1, O_2

Aktivität	195	175
Mobilität	95	90
Komplexität	85	80

Alpha - Typ - EEG

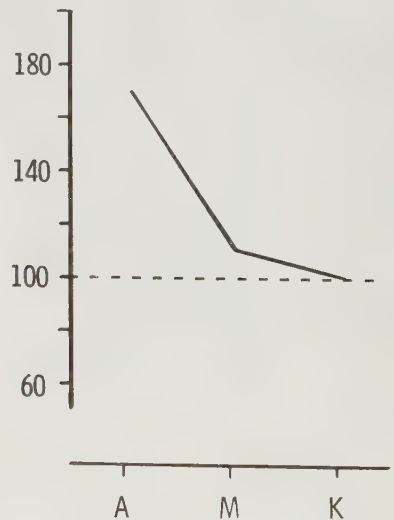
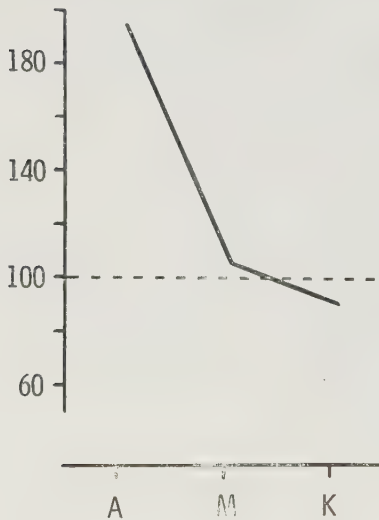
Beispiel 2

Gut ausgeprägte, mittelhohe, etwas unregelmäßige Alpha-Grundaktivität um 10 / sec.

AMK - Profil

links

rechts



Ableitung: Quellenableitung O₁, O₂

Aktivität 195

170

Mobilität 105

110

Komplexität 90

100

Alpha - Typ - EEG

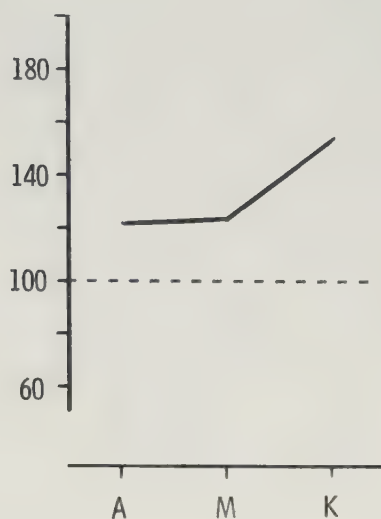
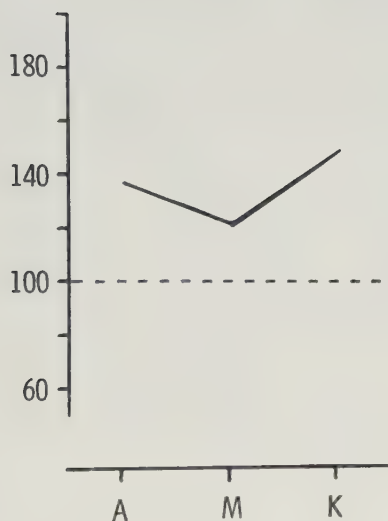
Beispiel 3

Mäßig ausgeprägte, spannungsniedrig bis mittelhohe,
regelmäßige Alpha - Grundaktivität um 9 /sec.

AMK - Profil

links

rechts



Ableitung: Quellenanleitung O₁, O₂

Aktivität	136	122
Mobilität	120	123
Komplexität	148	154

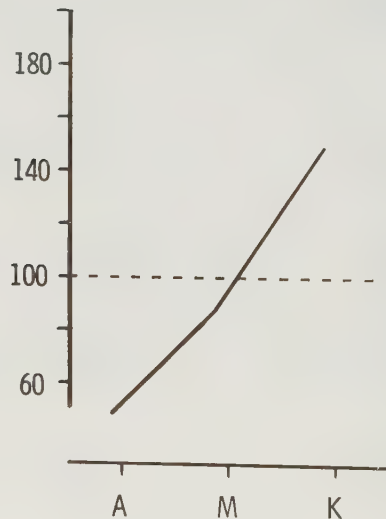
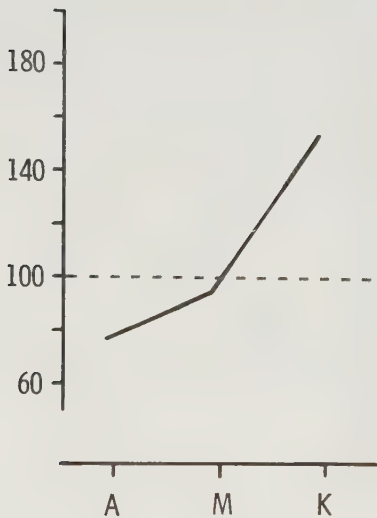
Spannungsarmes EEG

Spannungsarmes EEG mit vereinzelt Alpha - Wellen,
mäßig flachen Beta - und mäßig flachen Theta - Wellen

AMK - Profil

links

rechts



Ableitung: Quellenableitung O_1 , O_2

Aktivität	76	48
Mobilität	93	88
Komplexität	152	148

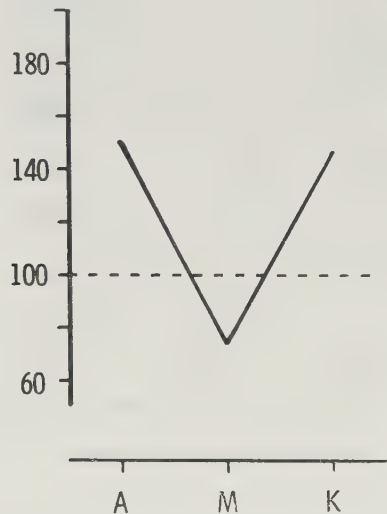
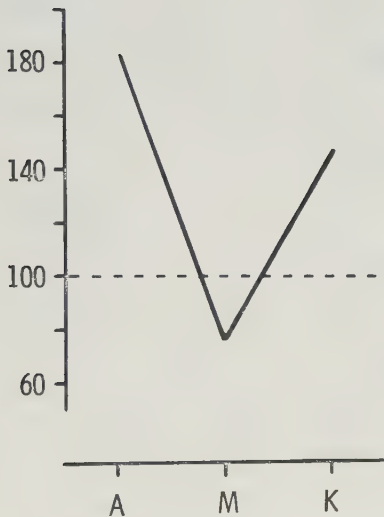
EEG mit Allgemeinveränderungen

Mäßig ausgeprägte, mittelhohe, unregelmäßige Alpha - Grundaktivität um 6 - 7 / sec mit mäßig langsamen Theta - Wellen und einzelnen Delta - Wellen. Insgesamt mittelschwer allgemeinverändertes EEG mit deutlicher Linksbetonung der Theta - und Delta - Wellen.

AMK - Profil

links

rechts



Ableitung: Referenzableitung O_1 , O_2

Aktivität	180	150
Mobilität	75	75
Komplexität	145	145

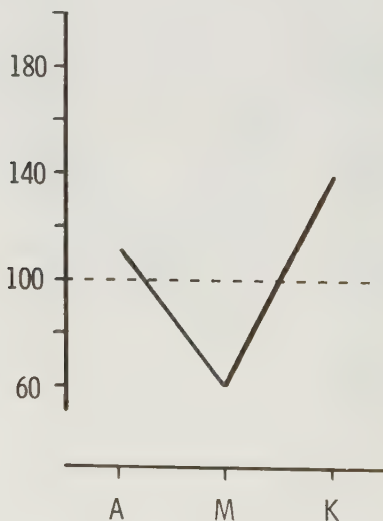
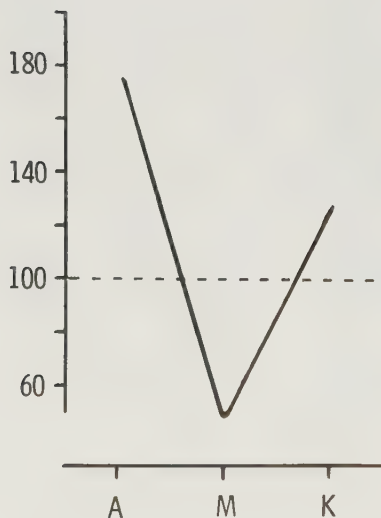
EEG mit Herdbefund

Gering ausgeprägte, mittelhohe, relativ regelmäßige Alpha - Grundaktivität, Rechts: mäßig spannungsniedrige Theta - Wellen. Links: mäßig teilweise mittelhohe Theta - und Delta - Wellen.

AMK - Profil

links

rechts



Ableitung: Quellenableitung O_1 , O_2

Aktivität	176
Mobilität	48
Komplexität	128

112
61
140

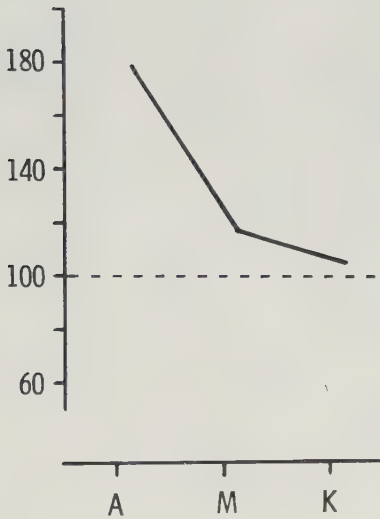
EEG mit Beta - Wellen

Beispiel 1

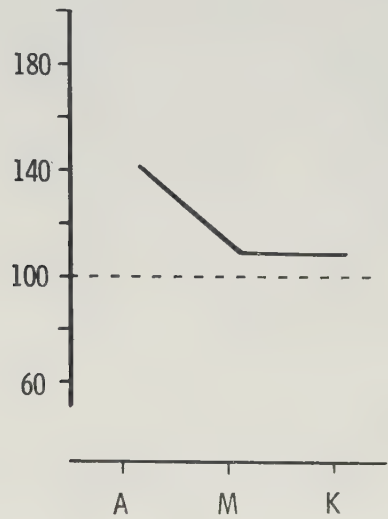
Mäßig ausgeprägte, mittelhohe, unregelmäßige Alpha - Grundaktivität um 8 - 9 - 10 / sec mit mäßig Beta - Wellen.

AMK - Profil

links



rechts



Ableitung: Quellenableitung O_1 , O_2

Aktivität 176
Mobilität 115
Komplexität 103

140
107
106

EEG mit Beta - Wellen

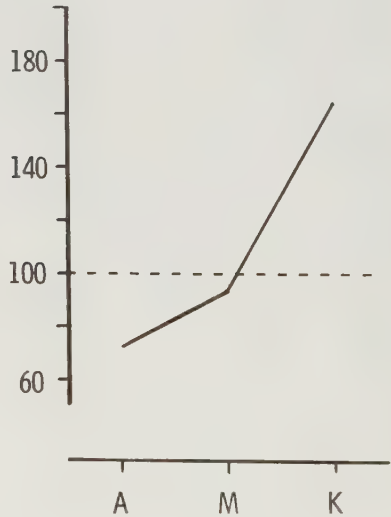
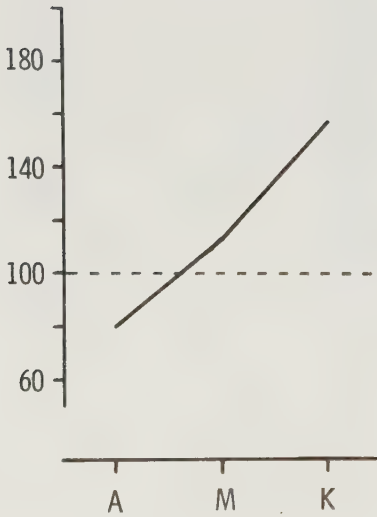
Beispiel 2

Vorwiegend spannungsniedrige, überwiegend langsame
Beta - Wellen, gering Alpha - Wellen. (Medikations-
bedingte Beta-Tätigkeit)

AMK - Profil

links

rechts



Ableitung: Quellenableitung O_1 , O_2

Aktivität 80
Mobilität 113
Komplexität 156

72
95
162

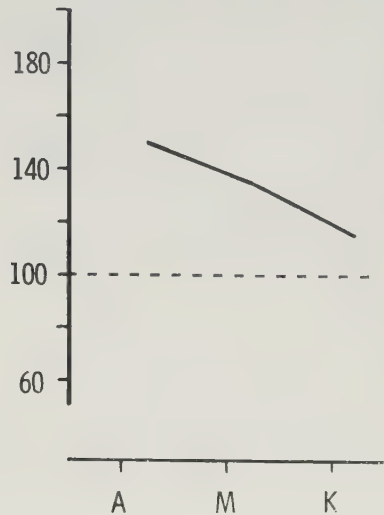
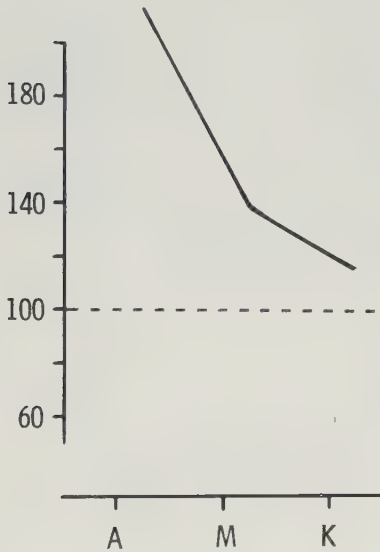
Unregelmäßiges Alpha - Typ - EEG mit Beta - Wellen

Mäßig ausgeprägte, mittelhohe, unregelmäßige Alpha - Grundaktivität verschiedener Frequenzen mit Übergang in stark ausgeprägte Beta - Wellentätigkeit.

AMK - Profil

links

rechts



Ableitung: Quellenableitung O_1 , O_2

Aktivität	212	148
Mobilität	136	133
Komplexität	114	113

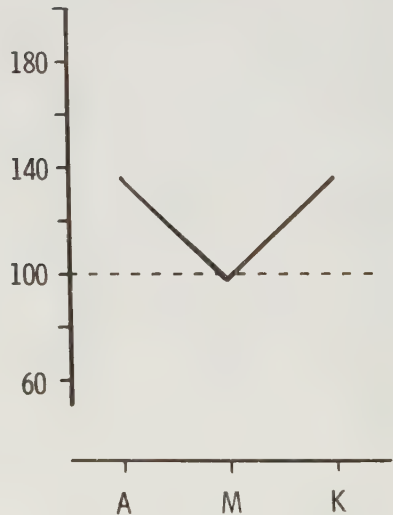
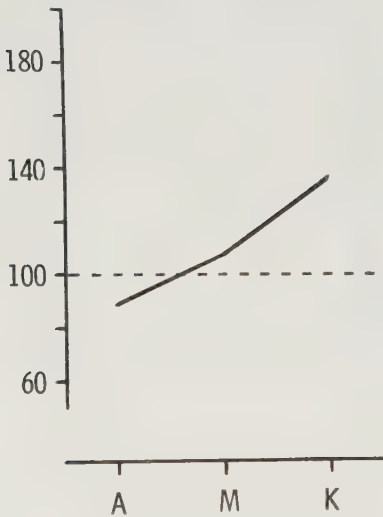
EEG mit EKG - Artefakt rechts

Mäßig ausgeprägte, spannungsniedrige bis mittelhohe,
etwas unregelmäßige Alpha - Grundaktivität um 9 / sec.

AMK - Profil

links

rechts



Ableitung: Referenzableitung O_1, O_2

Aktivität	88	136
Mobilität	107	99
Komplexität	136	136

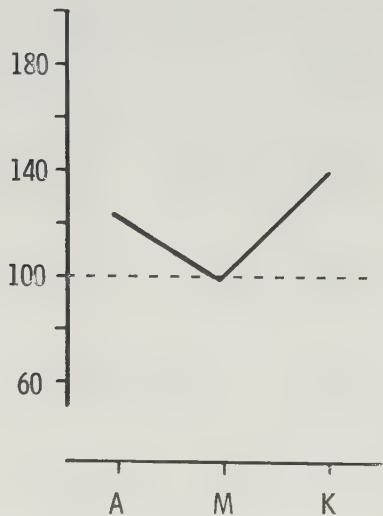
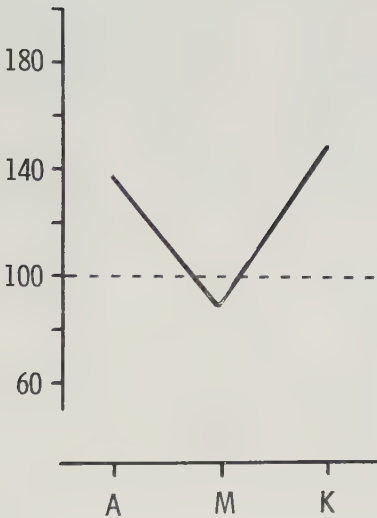
EEG mit Wechselstrom - Artefakt links

Mäßig ausgeprägte, mittelhohe, etwas unregelmäßige
Alpha - Grundaktivität um 8 - 9 / sec mit mäßig
Theta - Wellen.

AMK - Profil

links

rechts



Ableitung: Referenzableitung O_1 , O_2

Aktivität	136	124
Mobilität	88	100
Komplexität	148	140

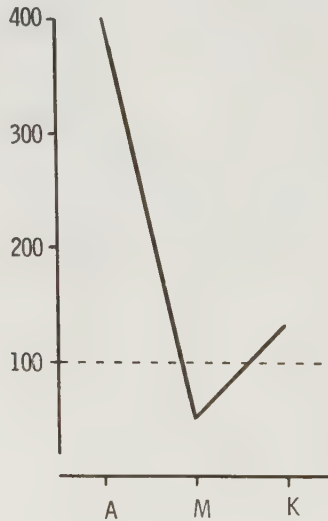
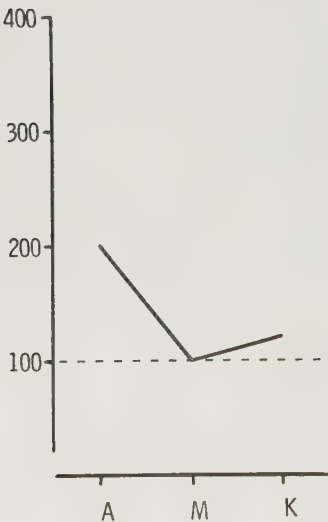
EEG mit Puls - Artefakt

Gut ausgeprägte, mittelhohe, regelmäßige, langsame Alpha - Grundaktivität um 8,5 / sec mit intermittierend auftretenden, spannungshohen Pulsartefakten um 1 / sec links.

AMK - Profil

Entspannung

Pulsartefakt



Ableitung: Quellenableitung O_1

Aktivität	200	400
Mobilität	100	50
Komplexität	120	130

EEG mit Muskelartefakt beidseits

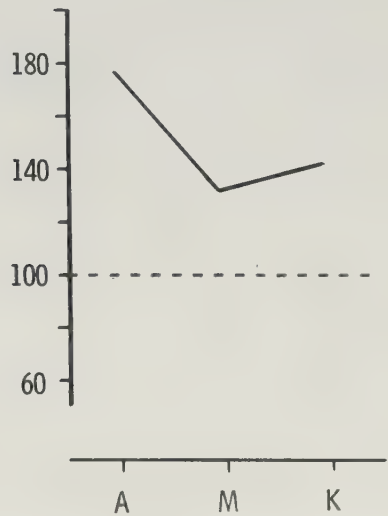
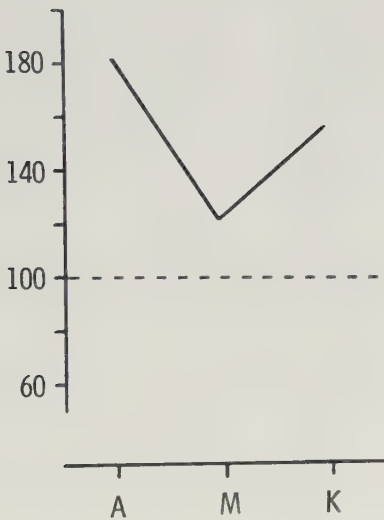
Beispiel 1

Gut ausgeprägte, mittelhohe, regelmäßige Alpha -
Grundaktivität um 9 - 10 / sec mit Muskelartefakten.

AMK - Profil

links

rechts



Ableitung: Referenzableitung O_1 , O_2

Aktivität 180
Mobilität 120
Komplexität 155

175
130
140

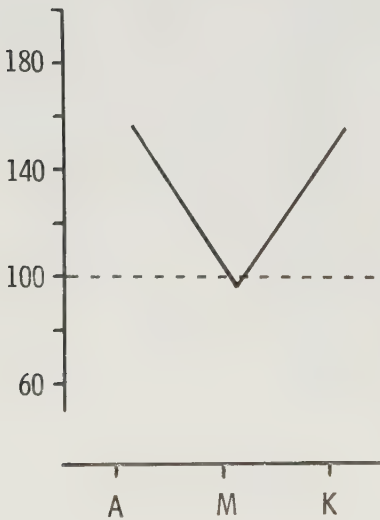
EEG mit Muskelartefakt

Beispiel 2

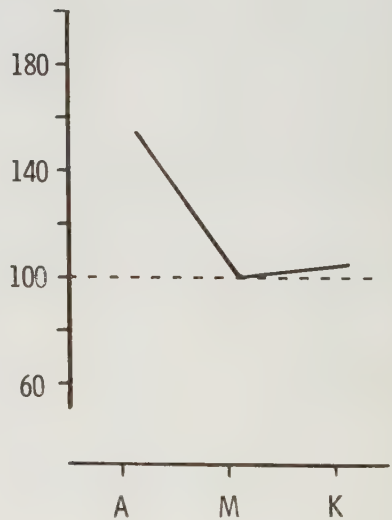
Gut ausgeprägte, mittelhohe, regelmäßige Alpha - Grundaktivität um 10 / sec. Zu Beginn der Ableitung ausgeprägt Muskelartefakte links, später Entspannung.

AMK - Profil

Muskelartefakt



Entspannung



Ableitung: Referenzableitung O₁

Aktivität	155
Mobilität	95
Komplexität	155

155
100
105

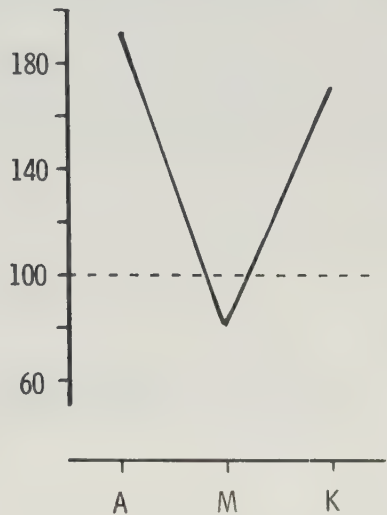
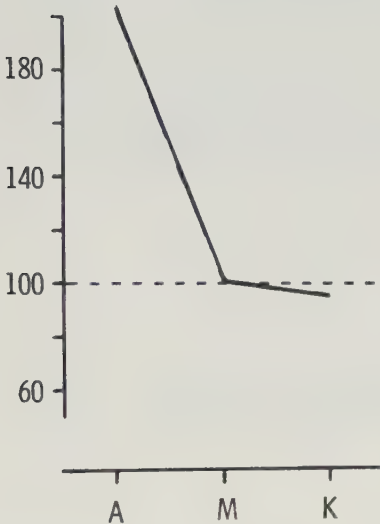
EEG mit Vigilanz - Schwankungen

Gut ausgeprägte, mittelhohe, regelmäßige Alpha - Grundaktivität um 9 / sec mit Übergang in Schlafstadium B - (C) mit mittelhohen Beta - Wellen.

AMK - Profil

Normale Entspannung

Schlafstadium B - (C)



Ableitung: Referenzableitung O₁

Aktivität	200
Mobilität	100
Komplexität	95

190
80
170

3.4 Gruppenvergleich

Zunächst wurden Patienten mit hämodynamisch nicht wirksamen Stenosen als Kontrollgruppe untersucht, um eine Aussage über die physiologische Größe der Seitendifferenz machen zu können. Wie Tabelle 1 zeigt, unterscheiden sich die präoperativen AMK - Werte für die rechte und die linke Seite um nicht mehr als 5 Einheiten und liegen damit sehr dicht zusammen. Erwartungsgemäß verändern sich die Werte nach der Operation sowohl im 1.

	BA	NBA	BM	NBM	BK	NBK
Durchschnitt	103,6	108,8	107,1	101,7	131,8	126,7
Minimum	50	52	61	48	96	84
Maximum	176	176	140	130	162	162

Tab. 1: Seitenvergleich der Hjorth - Parameter im präoperativen EEG bei 15 Patienten mit hämodynamisch nicht wirksamer Stenose zwischen betroffener, d. h. später operierter (BA, BM, BK) und nicht betroffener Seite (NBA, NBM, NBK)

(Tab. 2) als auch im 2. postoperativen EEG (Tab. 3) parallel und in sehr dichtem Abstand zueinander. Abbildung 1 stellt die Änderungen der Steilheitsdeskriptoren im zeitlichen Verlauf dar. Der Abfall der Aktivität und der Anstieg von Mobilität und Komplexität im 2. postoperativen EEG deuten nicht auf eine Beeinflussung der Durchblutung durch den operativen Eingriff hin, sondern liegen in der statistischen Spannbreite.

	BA	NBA	BM	NBM	BK	NBK
Durchschnitt	95,5	90	124,8	113,8	137,3	141
Minimum	80	56	106	97	110	100
Maximum	110	160	139	134	156	169

Tab. 2: Seitenvergleich der Hjorth - Parameter im 1. postoperativen EEG bei 4 Patienten mit hämodynamisch nicht wirksamer Stenose

	BA	NBA	BM	NBM	BK	NBK
Durchschnitt	72,4	82,2	119,8	112,8	139,8	147,6
Minimum	50	55	90	90	110	120
Maximum	100	120	155	148	162	177

Tab. 3: Seitenvergleich der Hjorth - Parameter im 2. postoperativen EEG bei 5 Patienten mit hämodynamisch nicht wirksamer Stenose

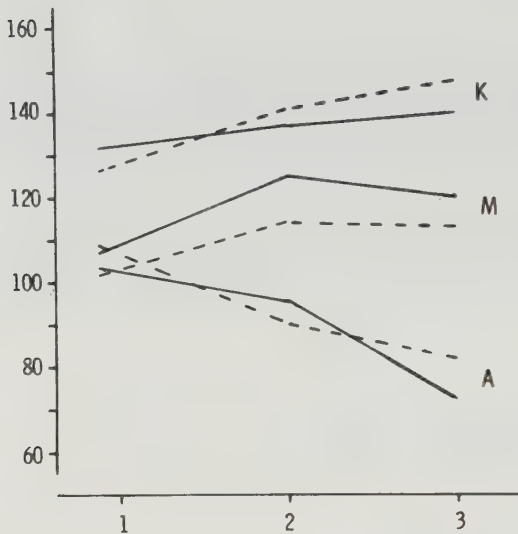


Abb. 1: Änderung von Aktivität, Mobilität und Komplexität im zeitlichen Verlauf für betroffene (—) und nicht betroffene (---) Seite bei Patienten ohne hämodynamisch wirksame Stenose (1 = präoperativer, 2 = 1. postoperativer, 3 = 2. postoperativer Befund)

Abbildungung 2 a-c zeigt, daß alle 3 Parameter in einem weiten Bereich streuen. Somit sind die festgestellten Schwankungen zwischen prä- und postoperativen Befunden wohl als rein zufällig zu erklären. Die Veränderungen lassen unseres Erachtens keine Interpretation im Sinne einer Grundrhythmusverlangsamung am 1. postoperativen Tag oder einer Arzneimittel-induzierten Beta - Wellen - Tätigkeit zu.

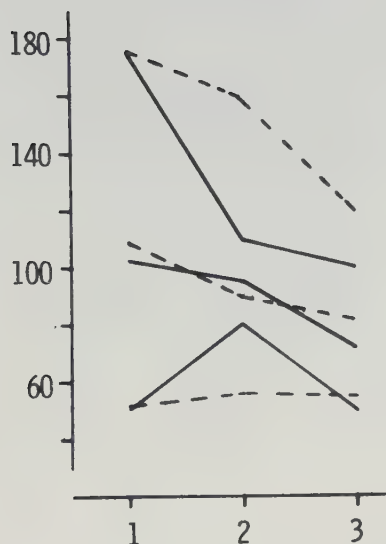


Abb. 2a: Durchschnitt, Minimum und Maximum der Aktivität für betroffene (----) und nicht betroffene (- - -) Seite bei 15 Patienten ohne hämodynamisch wirksame Stenose (1 = präoperativer, 2 = 1. postoperativer, 3 = 2. postoperativer Befund)

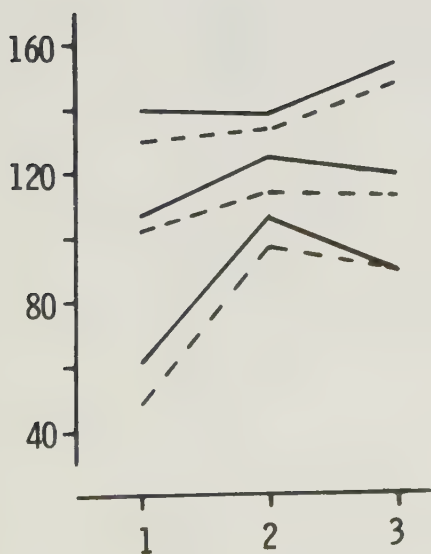


Abb. 2b: Durchschnitt, Minimum und Maximum der Mobilität für betroffene (----) und nicht betroffene (- - -) Seite bei 15 Patienten ohne hämodynamisch wirksame Stenose (1 = präoperativer, 2 = 1. postoperativer, 3 = 2. postoperativer Befund)

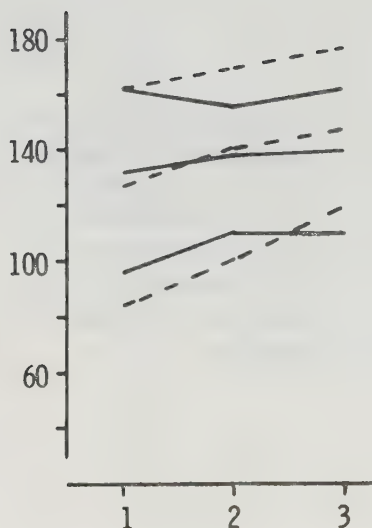


Abb. 2c: Durchschnitt, Minimum und Maximum der Komplexität für betroffene (---) und nicht betroffene (---) Seite bei 15 Patienten ohne hämodynamisch wirksame Stenose (1 = präoperativer, 2 = 1. postoperativer, 3 = 2. postoperativer Befund)

Bei der Betrachtung der Gruppe von Patienten, die an einer einseitigen hämodynamisch wirksamen Stenose litten, fällt auf, daß sich die präoperativen AMK-Werte für die betroffene und die nicht betroffene Hemisphäre ebenfalls um nicht mehr als 5 Einheiten

	BA	NBA	BM	NBM	BK	NBK
Durchschnitt	153,9	157	108,6	105,7	105,3	104,6
Minimum	84	48	90	85	80	85
Maximum	209	256	137	121	125	130

Tabelle 4: Seitenvergleich der Hjorth - Parameter im präoperativen EEG bei 9 Patienten mit einseitiger hämodynamisch wirksamer Stenose zwischen betroffener (BA, BM, BK) und nicht betroffener Seite (NBA, NBM, NBK)

unterscheiden (Tab. 4). Sie geben daher keinen Anhalt für eine seitendifferente Durchblutung des Gehirns. Auch nach der Operation, die eine Verbesserung der hämodynamischen Verhältnisse erwarten lies, zeigen sich keine bemerkenswerten Unterschiede (Tab. 5). Die Veränderungen zwischen prä- und postoperativer Situation, die Abbildung 3 darstellt, liegen wie bei der Kontrollgruppe im Rahmen der statistischen Spannweite.

	BA	NBA	BM	NBM	BK	NBK
Durchschnitt	160,7	146,7	116,5	113,5	115,3	105,8
Minimum	116	80	106	91	85	91
Maximum	204	216	139	145	145	136

Tab. 5: Seitenvergleich der Hjorth - Parameter im postoperativen EEG bei 6 Patienten mit einseitiger hämodynamischer Stenose

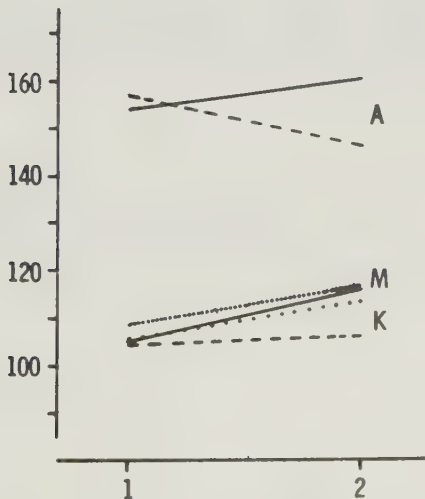


Abb. 3: Änderung von Aktivität, Mobilität und Komplexität im zeitlichen Verlauf für die betroffene (---) und nicht betroffene (····) Seite. (Mobilität gepunktet) bei Patienten mit einseitiger hämodynamisch wirksamer Stenose (1 = präoperativer, 2 = postoperativer Befund)

Für die Patienten mit beidseitigen hämodynamisch wirksamen Stenosen fällt im präoperativen Befund (Tab. 6) eine größere Seitendifferenz in der Aktivität auf. Die visuelle Überprüfung zeigte, daß die Abweichung durch leichte Amplitudenasymmetrien bei 2 Patienten bedingt ist und daß ihr somit wahrscheinlich keine pathologische Bedeutung zukommt. Nach der Operation ergeben sich ebenso wie bei den beiden anderen Gruppen keine entscheidenden Änderungen der AMK-Werte (Tab. 7, Abb. 4).

	BA	NBA	BM	NBM	BK	NBK
Durchschnitt	127	103,2	101,5	100,5	138	135,5
Minimum	48	76	67	66	114	113
Maximum	212	148	136	133	148	152

Tab. 6: Seitenvergleich der Hjorth - Parameter im präoperativen EEG bei 4 Patienten mit beidseitigen hämodynamisch wirksamen Stenosen zwischen betroffener, d. h. später operierter (BA, BM, BK) und nicht betroffener Seite (NBA, NBM, NBK)

	BA	NBA	BM	NBM	BK	NBK
Durchschnitt	79,7	88,7	109,7	112,3	134	130
Minimum	32	16	70	85	111	110
Maximum	112	140	133	132	156	162

Tab. 7: Seitenvergleich der Hjorth - Parameter im postoperativen EEG bei 3 Patienten mit beidseitigen hämodynamisch wirksamen Stenosen

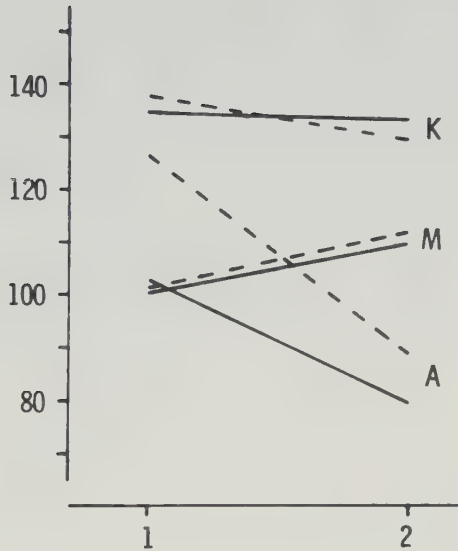


Abb. 4: Änderung von Aktivität, Mobilität und Komplexität im zeitlichen Verlauf für betroffene (---) und nicht betroffene (—) Seite bei Patienten mit beidseitigen hämodynamisch wirksamen Stenosen (1 = präoperativer, 2 = postoperativer Befund)

4. Diskussion

Nachdem große Fortschritte auf dem Gebiet der operativen Therapie extrakranieller Gefäßveränderungen erzielt worden sind (25), kommt heute der Früherkennung von zerebrovaskulären Erkrankungen große Bedeutung zu. Ausführliche Untersuchungen zeigten, daß die operative Beseitigung der Läsionen eine geeignete prophylaktische Maßnahme gegen den Hirninfarkt darstellt (11). Da die Therapie des Hirninfarkts noch sehr unbefriedigend ist, muß eine möglichst frühe und umfangreiche Erfassung der Risikopatienten angestrebt werden. Denn nur bei rechtzeitiger Diagnosestellung kann eine Operation als präventiver Eingriff durchgeführt werden und den Patienten vor Folgeschäden schützen.

Die Angiographie stellt zwar die Gefäßveränderungen zuverlässig dar, aber sie ist immer noch mit einem - wenn auch kleinen - Risiko belastet (6, 13). Das Bedürfnis, die Strömungsverhältnisse im Karotiskreislauf mit ungefährlicheren, leicht wiederholbaren Untersuchungen beurteilen zu können, hat zur Weiterentwicklung der nicht-invasiven Verfahren beigetragen. Für die Routinediagnostik scheinen sich besonders die Oculoplethysmographie in Kombination mit der Phonoangiographie und die Doppler - Sonographie zu bewähren (1, 9). Diese indirekten Untersuchungen können jedoch nur Karotisstenosen erfassen, wenn es bereits zu Veränderungen der Hämodynamik gekommen ist. Sie können also atheromatöse und ulzeröse Plaques, die das Lumen nur wenig einengen, nicht nachweisen. Außerdem kann man mit diesen Methoden auch bei pathologischen Befunden nicht ausreichend sicher den Ort der Obstruktion feststellen. Sie werden daher die Angiographie in der unmittelbar präoperativen Diagnostik nicht ersetzen, sie helfen aber in früheren

Untersuchungsstadien, die Indikation zur Angiographie zu stellen.

Das EEG kann wohl Funktionsstörungen nachweisen, ehe neurologische Ausfälle auftreten, aber der EEG - Befund ist unspezifisch, d.h. er kann vaskulär bedingte Schäden nicht gegen anderweitig verursachte Läsionen abgrenzen und erlaubt auch keine Aussage über die Art der vaskulären Schädigung (Ischämie, Infarkt, Blutung). Gerade bei den sich langsam entwickelnden, chronischen Verschlußprozessen bleibt das EEG oft lange Zeit unauffällig. So konnten SIMONOWA et al. (1971) bei Patienten mit angiographisch nachgewiesenen Gefäßobstruktionen nicht nur bei leichten Stenosen, sondern auch bei Verschlüssen der A. carotis interna ein normales EEG ableiten (26). Auch WOLLSEY und HAMBROOK (1973) fanden, daß bei Patienten mit transitorisch ischämischen Attacken vorwiegend bei intrakraniellen Verschlußprozessen EEG - Veränderungen auftreten, während bei Patienten mit Obstruktionen der extrakraniellen Gefäße EEG - Veränderungen nicht häufiger sind als bei Patienten ohne Gefäßleiden (31). Das EEG kann daher keinen wesentlichen Beitrag zur Diagnose liefern, sondern nur im Zusammenhang mit der Anamnese und anderen klinischen Untersuchungen bei der Klärung differentialdiagnostischer Überlegungen helfen. Es stellt sich die Frage, ob durch quantifizierende Methoden der EEG - Auswertung eventuell mehr Informationen gewonnen werden können als bei der herkömmlichen visuellen Beurteilung und damit Patienten mit Durchblutungsstörungen frühzeitiger erfaßt werden können als bisher.

Die von Hjorth angegebenen normierten Steilheitsdeskriptoren stellen eine weitgehende Reduktion der im EEG enthaltenen Daten dar, ermöglichen aber trotzdem eine hinreichend genaue Beschreibung des Kurvenverlaufs (14, 15, 16). Sie lassen sich daher gut für die Beurteilung von Grundrhythmus, Seitenunterschieden und Herdbefunden sowie für Verlaufsbeobachtungen verwenden (21). In der Schlaforschung und in der psychopharmakologischen Forschung haben sich diese Eigenschaften bereits bewährt (18, 22). Aufgrund dieser Erfahrungen scheinen die Hjorth - Parameter geeignet, eventuell im EEG enthaltene, mit der visuellen Auswertung jedoch nicht erfaßbare, durchblutungsbedingte Seitendifferenzen der Hirnfunktion aufzudecken.

Da sich mit der herkömmlichen visuellen Beurteilung keine besonderen Zusammenhänge zwischen Verschlußprozessen in extrakraniellen Gefäßen und EEG - Befund feststellen ließen und auch, weil der apparative Aufwand für die Quantifizierung relativ groß ist, sollte die vorliegende Arbeit im Sinne einer Suchstudie an Hand einer relativ geringen Fallzahl die Frage abschätzen, ob das quantifizierte EEG bei dieser Fragestellung zu einer besseren Diagnostik beitragen kann. Zu diesem Zweck wurde eine Meßepochendauer von 4 Sekunden gewählt, um ausreichend viele Meßwerte zu erhalten und auch sich schnell ändernde Funktionszustände erfassen zu können.

Da das Ergebnis der Quantifizierung sowohl in analoger als auch in digitaler Form zur Verfügung stehen kann, mußte zunächst die methodische Frage geklärt werden, ob die auf

verschiedene Weise ermittelten Meßwerte miteinander verglichen werden können. Die Prüfung mit dem t-Test zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen, die zusätzlich durchgeführte Diskriminanzanalyse ergab, daß auch der Ableiteort die Gruppen nicht voneinander trennt. Es können also digital und analog ermittelte Werte gemeinsam ausgewertet werden.

Zur Veranschaulichung der verwendeten EEG-Auswertung sollen an dieser Stelle die Aktivität-Mobilität-Komplexität (AMK)-Profile für einige typische Muster beschrieben und kurz kommentiert werden. Die AMK-Werte zeigen im ersten und zweiten Beispiel eines Alpha-Typ EEGs ein sehr ähnliches Verhalten: relativ hohe Aktivität (170-195), mittlere Mobilität (90-110) und mittlere Komplexität (80-100). Stellt man diesen beiden das dritte Beispiel gegenüber, so wird die große Schwankungsbreite der Werte deutlich, die einen interindividuellen Vergleich nur schwer möglich machen. Die bei der visuellen Beurteilung gefundenen niedrigen Amplituden zeigen sich in einem Abfall der Aktivität (122-136), die geringere Ausprägung der Grundaktivität in einer Erhöhung von Mobilität (120) und Komplexität (148-154).

Das typische spannungsarme EEG zeichnet sich durch eine niedrige Aktivität (48-76) aus. Die relativ hohe Komplexität ist Ausdruck der breiten Frequenzstreuung von Alpha-, Beta - und Theta-Wellen, wobei die mittlere Frequenz, dargestellt durch die Mobilität, unauffällig ist.

Bei einem Herdbefund ist vor allem die Seitendifferenz der Werte zu beachten. Die höheren Amplituden der Delta-Wellen auf der betroffenen linken Seite zeigen sich in einer Aktivitätserhöhung (links 176 - rechts 112). Dem nied-

rigeren mittleren Frequenzniveau auf dieser Seite entspricht die verminderte Mobilität (links 48 - rechts 61), auch die Komplexität (108) ist gegenüber der nicht betroffenen Seite (140) erniedrigt, bedingt durch den höheren Gehalt an langsamen Wellen.

Obwohl die Hjorth - Parameter den EEG - Verlauf gut charakterisieren, ist die Auswertung der quantifizierten Befunde allein problematisch, weil unterschiedliche EEG - Phänomene eine gleichsinnige Veränderung der AMK - Werte bewirken können. So zeigen zum Beispiel Wechselstrom-, EKG- und Muskelartefakte beinahe kongruente Profile (Aktivität: 136-136-155, Mobilität: 88-99-95, Komplexität: 148-136-155). Ebenso kann das Profil eines EEG mit Allgemeinveränderungen an Hand der Zahlenwerte nicht von dem eines EEGs im Schlafstadium B abgegrenzt werden (Aktivität: 180-190, Mobilität: 75-80, Komplexität: 145-170). In solchen Fällen ist daher eine zusätzliche visuelle EEG-Beurteilung für die Diagnose unerlässlich.

Bei den Untersuchungen konnte kein Anhalt dafür gefunden werden, daß hämodynamisch wirksame Stenosen in extrakraniellen Abschnitten der A. cortis zu einer seitendifferenzierten Beeinflussung der Grundaktivität im EEG führen, die sich in veränderten AMK-Werten dokumentiert. In den präoperativen EEGs waren die Seitendifferenzen bei Patienten ohne und bei Patienten mit einseitiger hämodynamisch wirksamer Stenose etwa gleich groß. Die Annahme, daß das quantifizierte EEG Seitenunterschiede aufdecken kann, die in der visuellen Beurteilung nicht erfaßt werden, läßt sich also nicht stützen. Diese Untersuchungen, die sich wegen der kleinen Patientengruppen auf Mittelwertberechnungen beschränken, stellen nur ein Suchverfahren dar und es muß daraufhingewiesen werden, daß zur Prüfung und letztlich

Ablehnung dieser Annahme größere Untersuchungsgruppen erforderlich sind. Der hierzu notwendige, hohe apparative Aufwand scheint unseres Erachtens jedoch im Hinblick auf die zu erwartenden klinischen Konsequenzen nicht gerechtfertigt. Zumal auch die Befunde vom 3. postoperativen Tag keinen Anhalt für einen Seitenunterschied, bedingt durch die einseitige Verbesserung der Hirndurchblutung, geben. Die Veränderungen zwischen prä- und postoperativen Befunden liegen bei allen Gruppen im Bereich der statistischen Spannweite und müssen daher als zufällig interpretiert werden. Diese Ergebnisse lassen sich möglicherweise zum einen damit erklären, daß zerebrovaskuläre Schäden in einer Hemisphäre den Blutfluß auf der Gegenseite signifikant verringern (17) und somit eine seitengleiche EEG - Beeinflussung erwarten lassen; zum anderen sprechen sie für die Funktionstüchtigkeit der kollateralen Blutversorgung. Diese zeigt sich auch darin, daß 30% aller Verschlußprozesse der A. carotis symptomlos bleiben (28).

Insgesamt kann gesagt werden, daß nach den vorliegenden Ergebnissen die EEG - Quantifizierung mit den normierten Steilheitsdeskriptoren nach Hjorth keine wesentlichen Erkenntnisse zur Problematik der Hirndurchblutung bei hämodynamisch wirksamen extrakraniellen Gefäßstenosen erwarten läßt.

5. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit dient als Suchstudie für die Frage, ob Seitenunterschiede der Hirnfunktion bei Patienten mit hämodynamisch wirksamen Stenosen in extrakraniellen Gefäßen im EEG mit Hilfe der normierten Steilheitsdekriptoren nach Hjorth nachgewiesen werden können.

Es wurden 45 Patienten untersucht, die in der Zeit von Januar bis Dezember 1977 in die Chirurgische Universitätsklinik Erlangen zu einem gefäßchirurgischen Eingriff eingewiesen wurden. Präoperativ wurde dort routinemäßig eine 4 - Gefäßangiographie zur Größenbestimmung und Lokalisation des obstruktiven Prozesses durchgeführt. In der Poliklinik der Universitäts-Nervenklिनik Erlangen erfolgte präoperativ neben der neurologischen Untersuchung die Ableitung eines quantifizierten EEGs. Zur Verlaufskontrolle wurden postoperativ 1 oder 2 weitere EEGs abgeleitet. Der Vergleich der Befunde beschränkte sich zur Datenreduktion neben der visuellen Beurteilung auf die Aktivitäts-, Mobilitäts- und Komplexitätswerte der okzipitalen Quellenableitung.

Die teils in digitaler, teils in analoger Form ausgedruckten Ergebnisse konnten miteinander verglichen werden, nachdem der t-Test gezeigt hatte, daß zwischen den beiden Auswerteverfahren keine bedeutenden Unterschiede bestehen.

Im präoperativen EEG weisen die Patienten mit einseitiger hämodynamisch wirksamer Stenose keine größeren Seitendifferenzen auf als Patienten ohne hämodynamisch wirksame Stenose. Auch im postoperativen Befund können keine unterschiedlichen Werte für betroffene und nicht betroffene Seite festgestellt werden. Insgesamt streuen Aktivität, Mobilität und Komplexität in einem sehr weiten Bereich, so daß für die Veränderung zwischen prä- und postoperativen Be-

Befunden kein einheitlicher Trend festgestellt werden kann. Die Änderungen liegen für alle Gruppen im Rahmen der statistischen Schwankungsbreite und müssen als rein zufällig interpretiert werden.

Obwohl nur eine kleine Patientengruppe untersucht wurde, kann nach den Ergebnissen kein Zusammenhang zwischen extrakraniellen Gefäßobstruktionen und dem EEG-Befund quantifiziert nach den Hjorth'schen Parametern vermutet werden.

6. Literatur

1. Ackermann, R. H.:
A perspective on noninvasive diagnosis of carotid disease.
Neurology (Minneap.) 29 (1979) 615 - 622
2. Barnes, R. W., Garrett, W. V., Slaymaker, E. E.,
Reinerbon, J. E.:
Doppler Ultrasound and Supraorbital Photoplethysmography for Noninvasive Screening of Carotid Occlusive Disease.
Amer. J. Surg. 134 (1977) 183 - 186
3. Berglund, K., Hjorth, B.:
Ein neues Verfahren der EEG - Ableitung: die Quellen-
ableitung.
Elektromedica 4 (1976)
4. Clauss, G., Ebner, H.:
Grundlagen der Statistik.
Ham Deutsch, Frankfurt 1970
5. Drescher, D., Hinrichs, H.:
Bestimmung der normierten Steilheits - Beschreibungs-
parameter im Zeit- und Frequenzbereich.
Z. EEG-EMG 8 (1977) 96 - 104
6. Faught, E., Trader, S. D., Hanna, G. R.:
Cerebral complications of angiography of transient
ischemia and stroke: Prediction of risk.
Neurology (Minneap.) 29 (1979) 4 - 15
7. Flügel, K. A.:
Vorfeldddiagnostik - apparative Untersuchungsmethoden.
In: Raithel, D. (Hrsg.): Zerebrale Insuffizienz durch
extrakranielle Gefäßverschlüsse.
Perimed, Erlangen 1977

8. Gaensslen, H., Schubö, W.:
Einfache und komplexe statistische Analyse.
Reinhardt, München 1976
9. Ginsberg, M. D., Greenwood, S. A., Goldberg, H. I.:
Noninvasive diagnosis of extracranial cerebrovascular disease: Oculoplethysmography - phonoangiography and directional Doppler ultrasonography.
Neurology (Minneap.) 29 (1979) 623 - 631
10. Girke, W.:
EEG - Verlaufsuntersuchungen nach Carotis - interna - Angiographie.
Arch. Psychiat. Nervenkr. 215 (1972) 202 - 218
11. Haerer, A. F., Gotshall, R. A., Conneally, P. M.,
Dyken, M. L., Poskanzer, D. C., Price, T. R.,
Swanson, P. D., Calanchini, P. R.:
Cooperative Study of Hospital Frequency and Character of Transient Ischemic Attacks. III. Variations in Treatment.
J. Amer. med. Ass. 238 (1977) 142 - 146
12. Hager, H.:
Ophthalmodynamographie in der Diagnostik von Stenosen und Verschlüssen der Karotiden.
In: Gänshirt, H. (Hrsg.): Der Hirnkreislauf.
Thieme, Stuttgart 1972
13. Hass, W. K., Fields, W. S., North, R. R. et al.:
Joint study of extracranial arterial occlusion:
II. Arteriography, techniques, sites and complications.
J. Amer. med. Ass. 203 (1968) 961 - 968
14. Hjorth, B.:
EEG analysis based on time domain properties.
Electroencephal. clin. Neurophysiol. 29 (1970)
306 - 310

15. Hjorth, B.:
The physical significance of time domain descriptors in EEG analysis.
Electroencephal.clin. Neurophysiol. 34 (1973)
321 - 325
16. Hjorth, B.:
Time domain descriptors and their relation to a particular model for generation of EEG activity.
Sonderdruck aus CEAN _ Computerized EEG Analysis
Fischer, Stuttgart 1975
17. Hoedt - Rasmussen, K., Skinhoj, E.:
Transneural depression of the cerebral hemispheric metabolism in man.
Acta neurol scand 40 (1964) 41 - 46
18. Kanno, O., Clarenbach, P., Kapp, H., Cramer, H.:
Schlafstadienauswertung durch normierte Steilheitsdeskriptoren.
Vortrag: 24. Jahrestagung der Deutschen EEG Gesellschaft. Hannover 12. 7. - 15. 7. 1979
Schwarzer, München 1979
19. Lechner, H.:
Impedanzmethoden.
In: Gänshirt, H. (Hrsg.): Der Hirnkreislauf.
Thieme, Stuttgart 1972
20. Leutner, R.:
Todesursachenstatistik 1973 und 1974
Bundesgesundheitsblatt 20 (1977) 65

21. Lütcke, A., Mertins, L.:
Die Darstellung von Grundaktivität, Herd- und Verlaufsbe-
funden sowie von paroxysmalen Ereignissen mit
Hilfe der von Hjorth angegebenen normierten Steil-
heitsparameter (vorläufige Mitteilung).
In: Schenk, G. K. (Hrsg.): Beiträge zum Symposium
"Die Quantifizierung des Elektroencephalogramms".
AEG - Telefunken, Konstanz 1973
22. Matejcek, M., Tjeerdsma, H., Neff, G.:
EEG Deskriptoren nach Hjorth in der Schlafforschung.
Vortrag: 24. Jahrestagung der Deutschen EEG Gesell-
schaft. Hannover 12. 7. - 15. 7. 1979
Schwarzer, München 1979
23. Müller, H. R.:
Doppler - Sonographie der Karotisstrombahn.
Internist 17 (1976) 570 - 579
24. Raithel, D.:
Komplikationen operativer Maßnahmen - Indikation
zur Reintervention.
In: Raithel, D. (Hrsg.): Zerebrale Insuffizienz durch
extrakranielle Gefäßverschlüsse.
Perimed, Erlangen 1977
25. Rob, C.:
Occlusive disease of the extracranial cerebral ar-
teries. A review of the past 25 years.
J. cardiovasc. Surg. 19 (1978) 487 - 498
26. Simonova, O., Krebs - Roubicek, E., Backmund, H.,
Pöpl, S.:
EEG - Befunde bei angiographisch gesicherten Ver-
änderungen der Arteria carotis interna.
Arch. Psychiat. Nervenkr. 214 (1971) 228 - 238

27. Soltero, I., Lu, K., Cooper, R., Stamler, J.,
Garside, D.:
Trends in Mortality from Cerebrovascular Diseases
in the United States, 1960 to 1965.
Stroke 9 (1978) 549 - 555
28. Soyka, D.:
Prozesse der extrakraniellen arteriellen Strombahn.
Fortschr. Neurol. Psychiat. 40 (1972) 229 - 269
29. Spehr, W.:
Quellenableitung nach Hjorth - eine verbesserte
EEG - Ableitetechnik.
Elektromedica 4 (1976) 2 - 9
30. Vollmar, J.:
Rekonstruktive Chirurgie der Arterien.
2. überarb. u. erweit. Aufl. Thieme, Stuttgart 1975
31. Wollsey, R. M., Hambrook, G. W.:
EEG and Arteriographical Findings in Carotid Artery
Transient Ischemic Attacks (TIAs).
Stoke 4 (1973) 7 - 11

Herrn Prof. Dr. H.H. Wieck bin ich für die freundliche Überlassung des Themas und die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes in seiner Klinik zu Dank verpflichtet.

Herrn Prof. Dr. H. Daun möchte ich für die Übernahme des Referats danken.

Herrn Dr. Th. Grobe danke ich herzlich für die vielen Anregungen, die stets gern gewährte Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen und die Durchsicht der Arbeit.

Herrn Prof. Dr. F.P. Gall danke ich für die Erlaubnis zur Arbeit in der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen, Herrn Priv.-Doz. Dr. D. Raithel für die Hilfe bei der Datenerhebung.

Herrn G. Burkhard danke ich für die Beratung in statistischen Fragen.

Lebenslauf

Ich wurde am 6.2.53 als zweites Kind des Diplom-Ingenieurs Ernst Lürken und seiner Frau Inge, geb. Dyckerhof, in Mülheim-Ruhr geboren.

Von 1959 bis 1963 besuchte ich dort die Hölterschule und anschließend das Städtische Mädchengymnasium bis zum Abitur am 18.5.71.

Im Wintersemester 1971/72 studierte ich an der Christian-Albrechts-Universität Kiel Chemie und Physik. Im Sommersemester 1972 begann ich in Kiel das Studium der Zahnmedizin, im Sommersemester 1973 das Studium der allgemeinen Medizin. Die ärztliche und zahnärztliche Vorprüfung legte ich im Juli 1974 ab. Seit dem Wintersemester 1974/75 studierte ich an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen Zahnmedizin bis zur zahnärztlichen Prüfung am 20.7.77. Im Sommersemester 1977 nahm ich das Studium der allgemeinen Medizin wieder auf. Am 31.3.78 bestand ich den 1. Abschnitt der ärztlichen Prüfung. Am 15.2.79 promovierte ich zum Dr.med.dent. Nach dem 2. Abschnitt der ärztlichen Prüfung am 1.4.80 absolvierte ich das Praktische Jahr an der Universität Galway, Irland. Am 7.4.81 legte ich den 3. Abschnitt der ärztlichen Prüfung ab.

Druck: Offsetdruckerei Karl Döres, 8520 Erlangen, Jägerstr. 3, Inh. B. Lengenfelder